

вироби. Незважаючи на велику різноманітність конструкцій плазмотронів, принцип їх дії і пристрій приблизно однакові. Принцип дії заснований на стисненні дуги водоохолоджуваним соплом й газом, що проходить крізь нього. Плазмотрон складається з водоохолоджуваного катода й аноду, відокремлених один від одного ізолятором, виготовленим найчастіше з текстоліту. У катоді кріпиться вольфрамовий неплавкий електрод, в аноді передбачені канали для формування плазмової дуги, подачі газів, наплавочного порошку.

В якості робочих газів використовується аргон, метан, пари води та інші. У ряді випадків при різанні товстих плит з нержавіючої сталі, в якості робочого газу, використовується повітря.

Католи плазмотронів виготовляються з вольфраму в мідній водоохладжуваній вставці. При роботі на повітрі катод виготовляється з лантану, ітрію або гафнію.

Установки для плазмового наплавлення в залежності від обсягу виробництва наплавляються деталей, вимог до рівня автоматизації технологічного процесу та інших факторів можуть бути виконані як універсальні (дозволяють наплавляти деталі різної форми), так і як спеціалізовані, призначені для наплавлення деталей одного типу: клапанів двигунів внутрішнього згоряння, дисків і сидл трубопровідної арматури, сполучних елементів бурильних труб та ін.

УДК 621.791

Гладченко О.В. студ.; Блощин М.С., ас.

ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ПОРОШКОВОГО МАТЕРІАЛУ У ПЛАЗМОВОМУ СТРУМЕНІ

Основним матеріалом, що застосовується для зміцнення і відновлення робочої поверхні деталей виробів методом плазмового наплавлення, є порошок. Застосовують порошкові матеріали як однорідні (метали, сплави, оксиди, безкисневих тугоплавкі сполуки), так і складної структури (механічні суміші, композиційні порошки, в тому числі вступають при нагріванні в екзотермічні реакції з виділенням теплової енергії).

Для напилювання покриттів плазмовим способом застосовують порошки переважно грануляції 0,04-0,10 мм. За межами цього діапазону грануляції процес плазмового наплавлення не ефективний, оскільки частинки малого розміру (менше 0,04 мм) випаровуються, а частинки розміру більше 0,10 мм не розплавляються (часткове їх оплавлення не дозволяє отримати якісне покриття).

Адіабатичне зростання температури частинок порошку, що наплавляється за рахунок екзотермічної реакції синтезу утворюються з'єднань знаходиться у відповідності з рівнянням:

$$\Delta T_{ad} = \frac{Q_e}{C_p}$$

де Q_e , C_p - відповідно тепловий ефект взаємодії компонентів у частці порошку й теплоємність.

Для початку екзотермічної реакції необхідно частинку нагріти до певної температури, в залежності від реагуючих систем вона становить 600-1300 °С.

Енергетичний стан частинок порошку в плазмовому струмені знаходиться в складній залежності від великої кількості параметрів. З одного боку, це теплофізичні властивості матеріалу порошку: густина, теплоємність, теплопровідність, теплота плавлення, розміри і форма частинок й інші властивості, з іншого - це характеристики плазмового струменя: швидкість потоку і температурний розподіл, в'язкість,

теплопровідність і тепловміст, ступінь дисоціації та іонізації молекул атомів плазмоутворюючого газу.

Оптимізувати вказані параметри в конкретному технологічному процесі плазмового напилення при зміцненні і відновленні робочої поверхні деталей виробів - завдання досить складне.

Мінімальна довжина траєкторії одиничної сферичної частинки порошку при русі її в плазмовому струмені від зрізу сопла плазмотрона до напилюваної поверхні деталі (за час польоту частинка розплавиться) визначається із співвідношення:

$$I_{\min} C \geq d_q^2 E$$

Тут C - комплекс параметрів, що визначає здатність плазмового струменя нагрівати порошок, є енергетичною характеристикою процесу:

$$C = \frac{T_r \lambda_r^2}{(1 + X_D)[1 + f(Re)] G_r \mu_r (1 + X_f)}$$

де T_r , λ_r , g_r , X_i , Re - температура, теплопровідність, витрата, ступінь дисоціації, ступінь іонізації, динамічна в'язкість газу, критерій Рейнольдса відповідно; E - комплекс параметрів, що визначають теплофізичні властивості порошку:

$$\frac{i_{пл} \rho_q}{273 \cdot 4 Nu^2 \pi R_c}$$

ρ_q - густина матеріалу порошку, $i_{пл}$ - вагова питома ентальпія розплаву при температурі плавлення частинки, Nu - критерій Нуссельта, R_c - радіус сопла анода плазмотрона.

Сумарний параметр плавлення порошку визначають із співвідношення:

$$\Pi_{т.п} = (i_{пл} - n_q Q_{экз})^2 \rho_q (1 + 0,2 Bi)^2$$

де $Q_{экз}$ - питома ваговий екзотермічний ефект взаємодії; n_q - ступінь використання екзотермічного ефекту на ділянці нагрівання матеріалу до його розплавлення; Bi - критерій Біо.

Параметр плавлення в першому наближенні виражає відношення кількості теплоти, необхідної для розплавлення одиниці об'єму частинки до часу перебування її у зоні нагріву.

Сучасні порошкові композиції, що виготовляються містять в собі велику кількість різноманітних матеріалів, й розробляються нові композити, що дозволять при наплавленні отримати широкий діапазон спеціальних функціональних властивостей робочої поверхні деталей.

УДК 623.451:519.6

Горбач А.И., студ.; Козырев А.С., ст. преп.; Романенко В.В., к.т.н., доц.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЛАЗЕРНОМ НАГРЕВЕ

При лазерной закалке без оплавления стадия нагрева является очень важной, так как в процессе последующего скоростного охлаждения фиксируются структуры, формирующиеся на стадии превращений при нагреве. При нагреве сплавов железа в точке A_{c1} начинается превращение перлита в аустенит. Процесс перестройки решеток сопровождается перераспределением концентрации углерода вследствие его диффузии в аустените от границы с цементитом к границе с ферритом.